

ВЛИЯНИЕ НЕКОТОРЫХ ЦЕСТОД НА ЛИПИДНЫЙ СОСТАВ ТКАНЕЙ НАЛИМА И КОЛЮШКИ

С. Д. Гурьянова, В. С. Сидоров

В зараженных тканях рыб по сравнению с незараженными происходят существенные изменения в липидном составе, которые заключаются в снижении содержания общих липидов, в основном за счет фосфолипидной фракции. Перестройка в соотношении отдельных фосфолипидов в мембранной структуре зараженных тканей рыб проявляется в снижении доли фосфатидилхолина и увеличении доли лизофосфатидилхолина. Соотношение других фосфолипидных фракций (сфингомиелина, кардиолипина и фосфатидилэтаноламина) изменялось при этом незначительно.

Для выяснения сложнейших взаимоотношений паразита и хозяина и оценки того возможного вреда, который приносит паразит хозяину, может оказать пользу сравнительное изучение биохимического статуса хозяев, инвазированных гельминтами и свободных от инвазии. В частности, можно допустить, что участки тканей, в которых локализованы цестоды, должны быть каким-то образом биохимически перестроены под воздействием паразитов для того, чтобы облегчить доступ различных питательных веществ в организм последних. И в первую очередь, по-видимому, должна быть изменена мембранная структура этих тканей, что можно оценить при сравнении липидного статуса зараженных и незараженных тканей хозяина. Косвенные гистологические данные, подтверждающие такую точку зрения, имеются в литературе (Пронина, 1977).

Для проверки высказанного предположения и была выполнена настоящая работа.

М а т е р и а л и м е т о д и к а. Проводили изучение липидного состава печени и мышц налима *Lota lota* (L.) и колюшки *Gasterosteus aculeatus* (L.) в норме и при инвазии плероцерконидами *Diphyllbothrium latum*, *Diphyllbothrium vogeli*, *Triaenophorus nodulosus*. По паразито-

логическим исследованиям интенсивность заражения налима плероцеркоидами *D. latum* составляла 2—49 экз., *T. nodulosus* — 3—90 экз., а колюшки плероцеркоидами *D. vogeli* — 1—5 экз. (Румянцев, Малахова, 1983). Чтобы уменьшить возможное влияние на липидный состав других факторов, кроме заражения, для сравнения отбирали контрольную и зараженную рыб с одинаковыми морфологическими, физиологическими и экологическими параметрами (размер, возраст, вес, стадия зрелости гонад, место и время отлова). Биологические показатели исследуемых рыб приведен в табл. 1.

Среди рыб отбирали варианты с максимальной зараженностью (приблизительно по 3—5 капсул плероцеркоидов *D. vogeli* на печень колюшки или около 5—8 экз. плероцеркоидов *D. latum* и до 10—50 капсул плероцеркоидов *T. nodulosus* на печень налима). Кусочки тканей вырезали из участков, зараженных гельминтами, по 0.1—0.3 г от каждой рыбы. Средние пробы включали материал, отобранный от 25 рыб (4—5 г сырого материала). В качестве контроля отбирали рыб, не имеющих плероцеркоидов в тканях. Ткань печени и мышц измельчали и фиксировали 10-кратным объемом смеси хлороформа с метанолом (2 : 1) и хранили при температуре 3—4°. Из фиксированного материала выделяли липиды по методу Фолча (Folch e. a., 1957). Разделение липидов было проведено методом тонкослойной хроматографии (Шталь, 1965). Для разделения суммарных фосфолипидов триацилглицеринов, холестерина и его эфиров использовали систему растворителей, состоящую из петroleйного эфира, диэтилового эфира и уксусной кислоты, взятых в соотношении 90 : 10 : 1. Разделение фосфолипидов проводили одномерной хроматографией в нейтральной системе растворителей: хлороформ—метанол—вода — (64 : 25 : 4). Идентификацию отдельных пятен липидов осуществ-

ляли с помощью цветных реакций, специфических для каждой группы липидов, а также непосредственным сравнением хроматографической подвижности неизвестных липидов с таковой чистых липидов — свидетелей (Прохорова, Тупикова, 1965; Липская, 1965; Шталь, 1965). Количественное определение фосфолипидов, триацилглицеринов, холестерина и его эфиров проведено по ранее описанной методике (Сидоров и др., 1972). Количество отдельных фосфолипидов определяли по содержанию фосфора (Каховцова, Odavic, 1969). Полученные данные обработаны статистическим методом (Плохинский, 1970.)

Результаты и их обсуждение. Полученные данные свидетельствуют о том, что инвазия плероцеркоидами приводит к изменению количества липидов в тканях рыб. Присутствие в печени колюшки плероцеркоидов *D. vogeli* вызывало статистически достоверное снижение содержания в ней липидов с 31.0 (незараженная ткань) до 25.2 % к сухому весу, что происходило преимущественно за счет уменьшения содержания фосфолипидов (структурных липидов). Количество суммарных фосфолипидов в незараженной печени составляло 25.8 %, а в зараженной — 21.4 %. Содержание триацилглицеридной фракции при этом уменьшалось менее значительно и составляло соответственно 4.5 и 3.2 % (табл. 2).

Т а б л и ц а 2
Липидный состав печени колюшки (% от сухого веса),
зараженной и незараженной плероцеркоидами *D. vogeli*

Липидные фракции	Незараженная	Зараженная
Общие липиды	31.0 ± 0.7	25.2 ± 1.2
Фосфолипиды	25.8 ± 0.8	21.4 ± 0.9
Триацилглицерины	4.5 ± 0.3	3.2 ± 0.5
Холестерин	0.5 ± 0.2	0.5 ± 0.1
Эфиры холестерина	0.2 ± 0.05	0.1 ± 0.03
	p < 0.001	
	p < 0.01	
	p < 0.05	
	p > 0.05	

П р и м е ч а н и е. Число проб в каждой группе — 6, каждая проба является усредненной из 25 рыб.

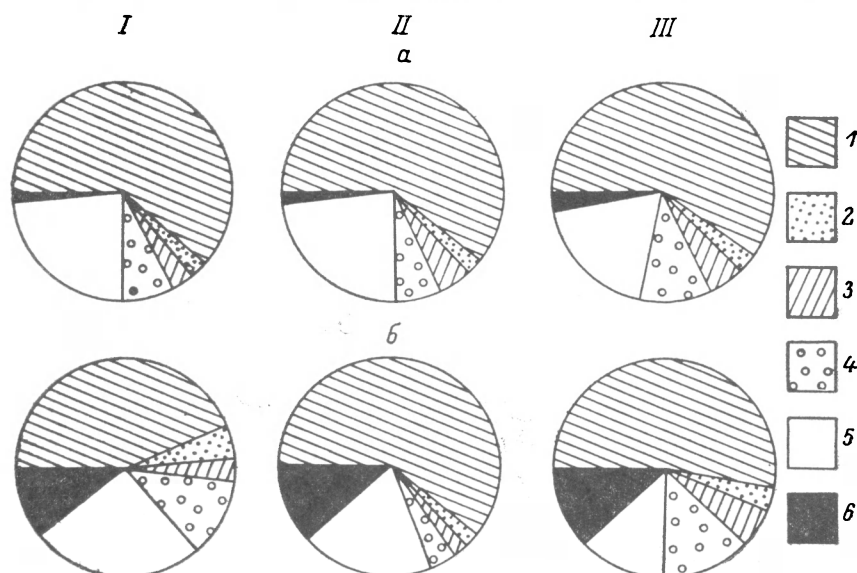
На содержание холестерина и его эфиров заражение не оказывало никакого влияния. В тканях налима, зараженного плероцеркоидами *D. latum*, направленность изменения содержания липидов и отдельных их фракций по сравнению с незараженной тканью оказалась аналогичной таковой колюшки. Незараженная печень налима содержала 60.1 % общих липидов,

Т а б л и ц а 3
Липидный состав тканей налима,
зараженных и незараженных плероцеркоидами (в % к сухому весу)

Липидные фракции	Печень			Мышцы	
	незаражен- ная (3)	зараженная <i>D. latum</i> (4)	зараженная <i>T. nodulosus</i> (6)	незаражен- ные (6)	зараженные <i>D. latum</i> (5)
Общие липиды	60.1 ± 6.1	55.4 ± 1.2	31.6 ± 3.5	15.8 ± 0.9	9.5 ± 2.2
Фосфолипиды	26.1 ± 1.9	23.3 ± 0.9	11.6 ± 1.2	11.9 ± 1.2	6.6 ± 0.5
Триацилглицерины	32.6 ± 0.6	30.8 ± 2.3	19.1 ± 1.1	1.8 ± 0.4	1.8 ± 0.4
Холестерин	1.1 ± 0.3	0.9 ± 0.2	0.8 ± 0.2	0.6 ± 0.2	0.4 ± 0.1
Эфиры холестерина	0.3 ± 0.02	0.4 ± 0.1	0.3 ± 0.03	1.0 ± 0.2	0.4 ± 0.2
	p < 0.05	p < 0.01		p < 0.05	p < 0.01
	p < 0.01	p < 0.01		p < 0.01	
	p < 0.05	p < 0.01		p < 0.05	
	p > 0.05	p < 0.05		p > 0.05	
	p > 0.05	p > 0.05		p < 0.01	

Пр и м е ч а н и е. В скобках — число проб, Р — достоверность различий.

а зараженная ткань — 55.4 % к сухому весу. Фосфолипиды составляли соответственно 26.1 и 23.3 % (табл. 3). В мышцах налима, зараженного плероцеркоидами *D. latum*, содержание фосфолипидов также снижалось до 6.6 % против 11.9 % у незараженных. Особенно глу-



Изменение относительной доли отдельных фосфолипидов в печени налима (I), печени колюшки (II) и мышцах налима (III) под влиянием заражения гельминтами (*D. vogeli* — в случае колюшки, *D. latum*, *T. nodulosus* — в случае налима).

1 — фосфатидилхолин; 2 — кардиолипин; 3 — фосфатидная кислота; 4 — сфингомиелин; 5 — фосфатидилэтаноламин; 6 — лизофосфатидилхолин.

бокие нарушения в липидном обмене вызывало одновременное паразитирование в печени налима плероцеркоидов *D. latum* и инкапсулированных личинок *T. nodulosus*. Так, концентрация общих липидов в зараженной печени по сравнению с незараженной снижается в 2 раза, суммарных фосфолипидов в 2.5, триацилглицеринов — в 1.5 раза. Еще более четко действие гельминтов сказывалось на соотношении отдельных фосфолипидов в тканях хозяина (см. рисунок). Из данных, представленных на рисунке, хорошо видно, что во всех случаях при заражении той или иной ткани хозяина гельминтами происходит сильное изменение соот-

ношений фосфатидилхолина и лизофосфатидилхолина. Наблюдается резкое увеличение относительной доли лизофосфатидилхолина при соответствующем уменьшении доли фосфатидилхолина. Содержание других индивидуальных фосфолипидов (сфингомиелина, фосфатидилэтаноламина, кардиолипина) затрагивалось при этом в меньшей степени.

Понижение концентрации липидов в зараженных тканях рыб, по-видимому, связано с изменением их мембранной структуры, а следовательно и их проницаемости, что согласуется с гистологическими данными, полученными Прониной (1977). Автором установлено, что паразитирование червей *T. nodulosus* и *D. dendriticum* в печени рыб (щука, окунь, омуль, хариус) вызывает истончение, фрагментацию и некроз аргирофильных волокон ее стромы. По-видимому, гельминты выделяют в ткань хозяина фосфолипазу (Reader, 1976), которая увеличивает проницаемость клеточных мембран, не разрушая их целиком. Об этом говорит частичное превращение фосфатидилхолина в лизофосфатидилхолин. Необходимо отметить, что сам лизофосфатидилхолин обладает сильными детергентными и гемолизирующими свойствами, что, в свою очередь, способствует разрушению мембранных структур тканей хозяина.

Таким образом, в участках ткани, непосредственно прилегающих к паразиту, происходят изменения в липидном составе, что может оказать глубокие нарушения жизненно важных функций организма в целом.

Л и т е р а т у р а

- Л и п с к а я А. А. Разделение фосфолипидов методом ТХС. — Нервная система, 1965, вып. 6, № 33, с. 45—52.
- П л о х и н с к и й Н. А. Биометрия, М., 1970, с. 98—101.
- П р о х о р о в а М. И., Т у н и к о в а З. Н. Большой практикум по углеводному и липидному обмену. Л., 1965, с. 95—109.
- П р о н и н а С. В. Изменение аргирофильной стромы печени некоторых рыб при инвазии плероцеркоидами *Triaenophorus nodulosus* и *Diphyllbothrium dendriticum*. — Паразитология, 1977, т. 11, вып. 4, с. 361—364.
- Р у м я н ц е в Е. А., М а л а х о в а Р. П. Паразиты рыб естественных водоемов. — Паразиты и болезни рыб Карелии. Петрозаводск, 1983, с. 15—65.
- С и д о р о в В. С., Л и з е н к о Е. И., Б о л г о в а О. М., Н е ф е д о в а З. А. Липиды рыб. 1. Методы анализа. Тканевая специфичность липидов ряпушки *Coregonus albula*. — Лососевые (Salmonidae) Карелии. Вып. 1. Петрозаводск, 1972, с. 170—177.
- Ш т а л ь Э. Хроматография в тонких слоях. М. Мир, 1965, с. 137—182.
- F o l c h J., L e e s M., S l o a n e - S t a n l e y G. H. A simple method for the isolation and purification of total lipides from animal tissues (for brain, liver and muscle). — J. Biol. Chem., 1957, vol. 226, p. 497—509.
- K a h o v s o v a I., O d a v i c R. A simple method of the quantitative analysis of phospholipides separated by thin layer chromatography. — J. Chromatogr., 1969, vol. 40, N 1, p. 90—96.
- R e a d e r T. A. L. Studies on the ultrastructure, histochemistry of the uninfected digestive gland of *Bithynia tentaculata* (Mollusca: gastropoda) and on the ultrastructure of this host organ in snails infected with larval digeneans. — Z. Parasitenk., 1976, vol. 50, N 1, p. 11—30.

Институт биологии
Карельского филиала АН СССР,
Петрозаводск

Поступило 11 VII 1983.

THE EFFECT OF SOME CESTODES ON THE LIPOID CONTENTS OF TISSUES OF BURBOT AND STICKLEBACK

S. D. Gurjanova, V. S. Sidorov

S U M M A R Y

The effect of cestodes of the genus *Diphyllbothrium* on the lipoid contents of tissues of freshwater fishes has been studied. The level of general lipids in the liver of burbot and stickleback infected with plerocercoids of *D. latum* and *D. vogeli*, respectively, decreases. It occurs in general on account of decrease in contents of structural lipids, phospholipids, while the contents of triacylglycerines, cholesterol and its ethers change but negligibly. Simultaneous parasitism of plerocercoids of *D. latum* and *Triaenophorus nodulosus* in the liver of burbot causes especially great changes in the lipoid metabolism. Certain changes in the ratio of some phospholipid fractions take place in infected tissues: the decrease in the level of phosphatidylcholine and the parallel rise in the fraction of lysophosphatidylcholine. The ratio between other phospholipids virtually does not change.